ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA

ARGENTINA

DIRECTOR: JOSE S. GANDOLFO

SETIEMBRE - OCTUBRE 1960 — ENTREGAS III y IV — TOMO CLXX

SUMARIO

Pág.

RODOLFO N. PANZARINI. — Progresos recientes en glaciología Antártica... 35

ANIBAL L. GORDILLO Y ADOLFO L. MONTES.—Cromatografía de partición de ácidos grasos semi-micro método para determinación de ácidos de C_1 a C_{10} 53

BIBLIOGRAFIA 68

BUENOS AIRES
AVDA. SANTA FE 1145

1960

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

SOCIOS HONORARIOS

Ing. Enrique Butty
Dr. Bernardo A. Houssay

Dr. Alberto Einstein †
Dr. Pedro Visca †
Dr. Mario Isola †
Dr. Germán Burmeister †
Dr. Benjamín A. Gould †
Dr. R. A. Phillippi †
Dr. Guillermo Rawson †

Dr. Carlos Berg †
Dr. Valentín Balbín †
Dr. Florentino Ameghino †
Dr. Carlos Darwin †
Dr. César Lombroso †
Ing. Luis A. Huergo †
Ing. Vicente Castro †
Dr. Juan J. J. Kyle †
Dr. Estanislao S. Zeballos †
Ing. Santiago E. Barabino †

Dr. Carlos Spegazzini †
Dr. J. Mendizábal Tamborel †
Dr. Walter Nernst †
Dr. Cristóbal M. Hicken †
Dr. Angel Gallardo †
Dr. Eduardo L. Holmberg †
Ing. Guillermo Marconi †
Ing. Eduardo Huergo †
Dr. Enrique Ferri †

CONSEJOS CIENTIFICOS DE

INGENIERIA — MATEMATICA — MEDICINA, QUIMICA Y AGRONOMIA

JUNTA DIRECTIVA

(1960 - 1961)

Presidente	Ingeniero **Pedro Longhini**
Vicepresidente 1º	Doctor **Andrés O. M. Stoppani**
Vicepresidente 2º	Ingeniero Agrónomo **Arturo Burkart**
Secretario	Ingeniero **Jorge Cordeyro Echagüe**
Prosecretario	Doctor **César de la Vega**
Tesorero	Ingeniero **Edmundo Parodi**
Bibliotecario	Doctor **Fernando Modern**
Vocales	Ingeniero **Juan José Carabelli** Capitán de Navío **Emilio L. Díaz** Doctor **Casimiro Lana-Sarrate** Contralmirante **Edmundo Manera** Ingeniero **Pedro Mendiondo** Ingeniero **Ferruccio A. Soldano** Ingeniero **Antonio E. Sturla** Doctor **Reinaldo Vanossi** Ingeniero **Julio Vela Huergo**
Miembros suplentes por un año	Ingeniero **Guido Belzoni** Doctor **I. Rafael Cordini** Doctor **Emilio L. González** Ingeniero **Ricardo R. Hertig** Cap de Frag. **Luis M. Iriart** Ingeniero **Alberto G. Urcelay**
Revisores de balances anuales	Doctor **Antonio Casacuberta** Ingeniero **Enrique G. E. Clausen**

ADVERTENCIA. — Los colaboradores de los Anales son personalmente responsables de la tesis sustentada en sus escritos. Tienen derecho a la corrección de dos pruebas. Los que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos, deben solicitarla por escrito. **Artº 10 del Reglamento de los "ANALES"** (modificado por la J. D. en su sesión de fecha 4 de septiembre 1941). Los escritos originales destinados a la Dirección de los "Anales", serán remitidos a la Gerencia de la Sociedad, avenida Santa Fe 1145, a los efectos de registrar la fecha de entrega para luego enviarlos al señor Director. La Sociedad no tomará en consideración las observaciones de los autores que se refieran a cualquier anormalidad, si no se ha cumplido con el requisito indicado.

Impreso en el Establecimiento Gráfico "TOMAS PALUMBO" - La Madrid 325 - Buenos Aires

PROGRESOS RECIENTES EN GLACIOLOGIA ANTARTICA (*)

POR

RODOLFO N. PANZARINI (**)
Contraalmirante
Director del Instituto Antártico Argentino

Resumen. — Se describen en general los primeros resultados obtenidos de las investigaciones glaciológicas llevadas a cabo en el Antártico con motivo del Año Geofísico Internacional 1957-1958.

SUMMARY. — This paper gives a general description of the first results obtained from the glaciological researches carried out in the Antarctic since the beginning of the International Geophysical Year. 1957-58.

I. INTRODUCCION

1. *El Glaciar Antártico.* — De la superficie sólida de la Tierra se halla cubierto por el hielo aproximadamente el 10 %, del cual el 90 % corresponde a la Antártida de la que más de 1.300.000 km^2 comprendidos entre el Polo Sur de Inaccesibilidad (lat. 82°06′ S., long. 54°58′E.) y la costa oriental del mar de Weddell, no han sido siquiera aún vistos por el ojo del hombre.

Sobre este vasto continente de unos 14.000.000 de km^2, se encuentra depositada la mayor parte de todo el hielo mineral del Mundo, constituyendo un centro desde el que se proyectan hacia otras regiones del planeta, y pudieran proyectarse en el futuro, las diversas influencias que resultan de la naturaleza propia de semejante acumulación de agua sólida en la forma de nieve y hielo.

(*) Contribución del Instituto Antártico Argentino N° 49.

(**) Conferencia dada por el autor el 9 de junio de 1960 en la Sociedad Científica Argentina, Buenos Aires,

Tales influencias se manifiestan a través del hecho de originarse sobre ella extensas masas de aire de muy baja temperatura, que afectan el desarrollo del tiempo y del clima en el Hemisferio Sur principalmente; de provenir de ella contribuciones de agua dulce y fría causadas por la fusión y los desprendimientos de hielo hacia el mar en cantidades capaces de hacerse sentir sobre la circulación oceánica; y de significar la existencia de una reserva de agua que, en el supuesto de desaparecer como tal en virtud de un eventual aumento de la temperatura del Globo, traería consecuencias importantes de orden económico y político ya que se inundarían extensas zonas costeras hoy densamente pobladas, se abrirían nuevos puertos a la navegación de ultramar, quedarían bajo el agua las más grandes ciudades, y sería alterada la distribución de las regiones áridas y fértiles.

2. *Interés por su Estudio.* — De ello surge ya claramente el interés por adquirir un mejor conocimiento de las propiedades que caracterizan los grandes glaciares de la Tierra, para cuya investigación sólo el reciente desarrollo de la técnica aplicada a la exploración ha hecho factible, junto a los métodos científicos modernos, llevar a cabo un intenso programa de trabajo glaciológico en el teatro de los grandes desiertos helados del Mundo.

Otras cuestiones de índole menos inmediatamente práctica han estimulado también el estudio de los hielos y particularmente los de la Antártida, ya que los glaciares son muy sensibles a los factores meteorológicos y, por lo tanto, en las variaciones por ellos experimentadas y en su estructura pueden describirse los cambios climáticos habidos en el pasado; y en su comportamiento actual es dable observar el clima del presente y sus posibles tendencias.

La Glaciología, tema de estudio que bien podría calificarse de típico para el Antártico, ha merecido afortunadamente de parte de los doce países que han intervenido en el programa científico de esa región a raíz del Año Geofísico Internacional, una atención que ha sido bien retribuída con los resultados ya alcanzados a través de los cuales quedaron despejadas muchas incógnitas, señalándose el principio de una nueva era en la historia del conocimiento del continente antártico que excede su campo de interés, porque ha permitido lograr también respuesta a interrogantes que son del dominio de la Geografía y la Geología.

II. HISTORIA DEL CONOCIMIENTO GLACIOLOGICO ANTARTICO

1. *Primeras Exploraciones.* — Según cuenta una leyenda polinesia, sería un navegante de esa raza el primero en haber avistado flotando en el mar el hielo del Antártico, durante un viaje de exploración al Sur hacia el año 650. Lo llamó "espuma de mar blanca como la raíz del arrurruz", no pudiendo adivinar su naturaleza como hombre del trópico que era.

En 1719 y en proximidades de las islas Shetland del Sur, el inglés George Shelvoke dijo haber estado en contacto con el hielo al ser arrastrado por un temporal más allá de los 60° de latitud Sur; y a él le siguieron muchos navegantes de diferentes nacionalidades que se enfrentaron con los campos de hielo en la búsqueda del continente desconocido cuya existencia se presentía hasta que en el verano de 1840-41 el capitán James Clark Ross descubrió la barrera de hielo que lleva su nombre, y cuya naturaleza fué determinada en la temporada de 1899-1900 por la expedición de Carsten Borchgrevink en un corto viaje realizado sobre ella.

Entre 1898 y 1899 el buque del belga Adrián de Gerlache fué el primero en invernar en el Antártico aprisionado por los hielos del mar de Be'lingshausen; a fines de 1902 el capitán Robert Scott alcanzó la mayor latitud en cualquiera de los dos hemisferios en un viaje sobre la barrera de Ross; en 1903 el mismo llegó al hielo continental antártico ascendiendo por el glaciar Ferrar; y en el verano de 1908-09 Sir Ernest Shackleton descubrió el más grande de los ventisqueros, el Beardmore, por el cual ascendió hasta la meseta po'ar llegando a sólo 180 kilómetros del Polo Sur.

En 1912 el buque de la expedición alemana de Wilhelm Filchner estuvo atrapado en los campos de hielo del mar de Weddell, y en la expedición del almirante Richard Byrd de 1933-35 se empleó por primera vez el método sísmico con explosivos para determinar el espesor del hielo.

Todas estas actividades y las de muchas otras expediciones contribuyeron al conocimiento de la Glaciología del Antártico, como en particular las de la Expedición Noruego-Británico-Sueca a la Tierra de la Reina Maud (1949-52), la penetración del mar de Weddell por el rompehielos argentino "General San Martín" que en enero de 1955 alcanzó allí la mayor latitud austral reconociendo la

barrera de hielo de Filchner hasta el meridiano de los 45° Oeste, y los viajes de los buques oceanográficos ingleses "Discovery" y "Discovery II" a partir de 1925.

Durante la citada Expedición Noruego-Británico-Sueca se obtuvo el primer perfil del espesor del hielo y del suelo subglacial hasta 600 km hacia el interior midiéndose un espesor de 2.400 m, y de un estudio teórico, realizado posteriormente, se concluyó que el espesor del hielo en la parte central de la Antártida estaría limitado por el flujo de calor desde el interior de la Tierra a un espesor de 1.500 m.

2. *Trabajos Recientes.* — El vasto programa de investigación antártica del Año Geofísico Internacional 1957-58, condujo a la realización de una serie de expediciones hacia el interior del continente y sobre las barreras de hielo destinadas especialmente a los estudios glaciológicos.

Con ellas, y aplicando técnicas modernas, se ha logrado acumular una muy valiosa información que dista, sin embargo, mucho de ser completa como para que puedan establecerse conclusiones definitivas, a pesar de haber sido cubiertas las rutas que van del mar de Weddell al de Ross pasando por el Polo Sur, y de la costa del océano Indico al Polo Sur de Inaccesibilidad al que se llegó el 14 de diciembre de 1958; recorridas las dos grandes barreras de hielo de Ross y de Filchner; viajado extensamente en las regiones de las tierras de Marie Byrd, de Enderby, de Victoria y de la Reina Maud, llegado en 1958 a perforar un pozo de 255 m de profundidad en Pequeña América y donde el espesor del hielo de barrera es de unos 260 m, y uno de 300 m en la base Byrd, y penetrado los densos campos de hielo del mar de Bellingshausen en el verano de 1959-60 por los rompehielos norteamericanos "Glacier" y "Burton Island".

III. TEMAS, METODOS Y TECNICAS DE TRABAJO

1. *Factibilidad de la Investigación.* — La naturaleza del hielo que se hace presente en el Antártico, conduce a la consideración de tres grandes campos temáticos que corresponden a los tres tipos de acumulación que establecen la calota de hielo continental, las barreras de hielo flotante y adheridas a la costa, y el hielo en el mar que cubre vastas extensiones del océano.

Dentro de cada uno de ellos es de abordar el estudio de su distribución, origen, propiedades y comportamiento que incluyen una considerable variedad de tópicos destinados a cubrir muchos aspectos particulares que se tratarán más adelante en correspondencia con cada una de las tres formas glaciales citadas.

Los progresos realizados recientemente en el escenario de la Glaciología antártica corresponden principalmente a la calota de hielo continental y las barreras de hielo, aunque no han dejado de ser acumulados datos que contribuyen a perfeccionar el conocimiento logrado respecto de las características del hielo en el mar que, por haber sido más accesible, recibió una atención más temprana.

Los últimos adelantos habidos en la técnica polar sobre la base de los perfeccionamientos logrados en los aspectos del transporte, las comunicaciones, la alimentación, el abrigo y la salud; han permitido pueda contarse ahora con una mayor velocidad de traslado, más larga permanencia sobre el terreno y mejor seguridad general durante las operaciones de campaña.

Ello ha hecho factible la realización de los largos viajes terrestres de exploración científica sobre el continente antártico que para ser llevados a cabo exigen no obstante un gran despliegue de medios materiales y humanos apoyados en una firme base logística, estimulando las empresas que han facultado conocer de ese continente, lo que hasta hace sólo una década yacía en el misterio.

2. *Temas de Estudio.* — De la calota y las barreras de hielo ha sido de interés establecer la topografía de su superficie, su espesor, su estructura material y térmica, el intercambio energético que guardan con la atmósfera y con el mar, el balance de su masa, sus movimientos, la naturaleza de la superficie subglacial sobre la que descansan, y su evolución histórica.

Para la realización de los estudios que ello demanda se ha recurrido a la combinación de las técnicas propias de la Glaciología, la Sismología, la Gravimetría, el Geomagnetismo, la Geología incluyendo la Fotogeología y la Geología Submarina, y la Meteorología.

3. *Métodos y Técnicas de Trabajo.* — La topografía de la superficie ha sido fijada a partir de las determinaciones de altitud por los métodos de nivelación, del barómetro, y del radioaltímetro durante los vuelos.

El espesor del hielo se ha logrado conocer aplicando los métodos sísmicos con explosivos, gravimétrico y geomagnético.

La estructura material y térmica se ha investigado con observaciones de la temperatura, la densidad, el análisis de isótopos y el estudio cristalográfico de muestras extraídas de pozos o de testigos logrados con perforaciones.

El intercambio energético con la atmósfera se ha estudiado mediante mediciones de radiación e irradiación; y el balance de su masa considerando los montos de precipitación y acumulación frente a los que significan un consumo, como así también de los rastros de receso o avance del hielo sobre la base de consideraciones geológicas, botánicas y aerofotográficas.

La consideración de sus movimientos se ha apoyado en mediciones geodésicas, aerofotográficas, gravimétricas y de las deformaciones sufridas por las perforaciones hechas en el hielo.

El carácter de la superficie subglacial se ha investigado aplicando los métodos sísmico con explosivos, gravimétrico y geomagnético y haciendo el estudio de los sismos naturales.

El método sísmico con explosivos que se ha aplicado como procedimiento principal para determinar el espesor del hielo durante las travesías, se basa en la medición del tiempo que emplea una onda sonora para atravesar una capa de hielo y retornar después de haberse reflejado en la superficie de la roca o el agua subglacial. Cada medición puede cumplirse en pocas horas, y es satisfactorio mientras la velocidad de propagación de la onda en el hielo sea relativamente constante. Se usan cargas de TNT de 0,5 a 5 kgr. colocadas de 30 a 60 m de profundidad y a veces en la superficie o a unos pocos metros por encima de ella.

Los métodos gravimétrico y geomagnético no proveen de por sí mediciones que sean significativas, debiendo calcularse primero valores teóricos de los elementos a ser observados teniendo en cuenta la posición geográfica y la altitud del punto de observación. Las diferencias resultantes determinan "anomalías" gravimétricas o geomagnéticas que al ser llevadas a un mapa sobre el cual se trazan isolíneas de ellas se manifiestan zonas de "altas" y "bajas" que permiten establecer conclusiones en relación con el espesor del hielo en el lugar.

En el método gravimétrico los valores de la gravedad terrestre se relacionan directamente con la distribución de la masa en la

superficie subglacial de manera que las "altas" anomalías indican un exceso de masa y las "bajas" un defecto.

Con el método magnético se consideran las variaciones diurnas, seculares y geográficas en la fuerza y la inclinación del campo magnético terrestre, para aplicar correcciones a sus valores observados. El cuadro de "altas" y "bajas" de las anomalías está sin embargo sometido a la influencia de los polos magnéticos secundarios próximos, que se inducen en los límites de la masa rocosa perturbadora según su geometría y orientación, haciendo de la aplicación de tales correcciones un procedimiento complicado.

La comparación de los resultados a que se llega por los tres métodos ha permitido establecer configuraciones de la corteza terrestre y espesores del hielo satisfactorios, habiéndose hecho usualmente durante las travesías sondajes sísmicos a intervalos de 50 a 80 km y mediciones gravimétricas y magnéticas espaciadas de 3 a 8 km.

El estudio de la propagación de las ondas sísmicas a través del continente antártico, ha permitido también obtener información en cuanto al espesor medio de la calota de hielo y de la corteza terrestre subyacente.

El balance de masa deducido de la relación de equilibrio entre el monto de nieve precitada y la cantidad de hielo perdido por arrastre de nieve al mar, fusión, evaporación y desprendimientos de hielo en la periferia del continente, no ha permitido en el estado actual de la investigación arribar a conclusión definitiva respecto del interrogante de si el volumen del gran glaciar antártico aumenta o disminuye al presente.

IV. LA CALOTA DE HIELO CONTINENTAL

1. *Topografía de la Superficie.* — La superficie de la calota de hielo que cubre el continente antártico alcanza una altitud máxima sobre el nivel del mar de 4.070 m (lat. 80° S., long. 77°E.) en proximidades del Polo Sur de Inaccesibilidad que se encuentra en la latitud de los 82°06'S. y la longitud de los 54°58'E. a una altura de 3.720 m (s.n.m.); y se muestra sobre la Antártida oriental como siendo cupuliforme, aunque ligeramente alterada por efecto de la topografía del suelo subglacial a pesar del gran espesor general del hielo que la constituye.

A mayor espesor del hielo corresponde una menor efectividad

del relieve subglacial en modificar el de la superficie helada, de donde en las zonas costeras la topografía de esa superficie indica más claramente como es el relieve del suelo rocoso subyacente.

De manera general, la superficie de la calota aumenta de altitud hacia el interior del continente mostrando a unos 150 km de la costa una pendiente más señalada a la que sigue la alta meseta polar.

En la Antártida Oriental y en la región de la meseta Americana se ha descubierto una gran depresión de la superficie nevada que resulta de la existencia de una cuenca de drenaje que alimenta el inmenso ventisquero Lambert y la barrera de hielo de Amery en la bahía Mackenzie, y que se hace sentir de esa manera hasta los 250 km de distancia.

En la Antártida Occidental existen en la región de la Tierra de Marie Byrd dos domos de unos 2.200 m (s.n.m.) entre los cuales se extiende un collado poco pronunciado que está a una altitud de más de 1.600 m.

2. *Espesor del Hielo.* — Las mediciones hechas hasta el momento dan un promedio del espesor de 2.400 m ó más para la cubierta de hielo de la Antártida, lo que significaría para ella un volumen del orden de los 30.000.000 de km^3.

En particular algunas de las observaciones hechas han dado los resultados que se mencionan en el cuadro que sigue.

Valores del espesor del hielo, medido en algunos lugares de la Antártida

Región	Lugar	lat.	long.	altitud	espesor hielo	
				m s. n. m.	m	
Tierra de Marie Byrd	estación Byrd	80° S.	120° W.	1.510	3.000	
Polo Inacces.	Polo Inacces.	82° 06′ S.	54° 58′ E.	3.720	2.910	
Tierra Enderby.	—	70° 14′ S.	60° 50′ E.	—	2.793	
Polo Sur.....	—	90° S.	—	2.760	2.530 1.950 2.800	(*)
—	—	77° 22′ S.	139° 48′ E.	—	3.750	
Tierra Adelia ...	estación Charcot	69° 22′ S.	139° 01′ E.	1.800	2.700	

(*) Años 1957, 1958 y 1959, respectivamente.

En la ruta que une Pequeña América V con la estación Byrd (lat. 80° S., long. 120°W.) el espesor del hielo aumenta hacia el interior desde los 600 a los 3.000 m con un máximo de 4.200 m en aproximadamente los 82° de latitud Sur y los 110° de longitud Oeste.

En la región de la costa de la Reina María en la zona de la base Pionerskaya (lat. 69°44'S., long. 95°30'E.) que se encuentra a unos 2.700 m (s.n.m.) el espesor del hielo es de 3.000 a 3.500 m.

En la Tierra Victoria el espesor del hielo está entre los 2.050 y los 3.200 m.

En la Tierra de la Reina Maud y hasta unos 600 km desde la estación Maudheim (lat. 71°03'S., long. 10°56'W.), el espesor máximo del hielo es de 3.000 m.

Cerca del Polo Geomagnético (lat. 78°30'S., long. 110°E.) hay 2.600 m.

3. *Estructura de la Calota.* — La calota de hielo antártica se mantiene prácticamente toda ella permanentemente seca puesto que la precipitación es en forma de nieve y la fusión estival rara, afectando entonces sólo pocos centímetros de espesor. La identificación de los estratos anuales de nieve caída es, por ello y por ser muy baja la temperatura durante todo el año, difícil de hacer.

La aplicación de métodos de investigación modernos ha ofrecido un cierto éxito de modo que en un pozo hecho en Pequeña América V la interpretación estratigráfica no dió error mayor de un año en dieciocho años permitiendo obtener un valor medio de la acumulación de nieve para un tal intervalo.

El estudio granulométrico y la existencia de capas de hielo de unos 2 mm de grosor, han sido útiles para la identificación de los diferentes estratos porque la nieve caída en el invierno es de grano fino, está bien apretada y se halla en capas relativamente espesas, la de verano es de grano grueso, está poco apretada y se presenta en capas delgadas, y los estratos de hielo parecen haber resultado de la fusión y posterior congelación habidas en la base de cristales de nieve orientados verticalmente que han permitido la entrada de los rayos del Sol en el verano.

Según la temperatura a la que se formó la nieve corresponde una relación de los isótopos de O^{16} y O^{18} en ella contenidos. De un estudio de esa relación, los belgas determinaron que en la región de la costa

de la Princesa Ragnhild la nieve caída en verano es más rica en O^{18} que la de invierno, las acumulaciones de nieve arrastrada por el viento lo son de nieve recientemente caída y no de nieve fresca mezclada con nieve vieja, y ellas no son causadas por nieve que viene de lejos.

Las variaciones estacionales de la temperatura en el hielo desaparecen a una profundidad de 10 a 15 m y la temperatura del hielo es, dentro de 1°C, la temperatura media anual del aire en superficie.

A partir de los 15 m y hasta los 100 m de profundidad el decrecimiento de la temperatura es de 1°C cada 91 m según fué determinado por los rusos en la región de la costa de la Reina María con un pozo de 100 m.

Asimismo, en un pozo de 300 m hecho en la base Byrd (lat. 80°S., long. 120°W.), donde el hielo tiene 3.000 m de espesor, la temperatura aumenta desde la superficie hasta los 45 m en 0,6°C para decrecer luego hasta el fondo del pozo. Este decrecimiento es de 0,62°C cada 100 m entre los 45 m y los 90 m pero luego es más lento de 0,18°C cada 100 m.

Entre la superficie y los 15 m de profundidad aproximadamente, la temperatura varía con la profundidad de modo a aumentar en invierno y disminuir en verano. Las observaciones hechas en la Estación Científica Ellsworth (lat. 77°43'S 41°07'W.) en 1959 han dado como resultado una desaparición de la oscilación anual a los 16 m de profundidad con un valor de la temperatura de —24,7°C, que sería el de la media anual del aire en superficie. En la superficie misma la oscilación anual de la temperatura media mensual de la neviza fué de unos 18°C con una semiamplitud aproximadamente igual a ambos lados de un valor medio de —23°C (*).

En un pozo de 45 m hecho en la estación South Ice (lat. 81°40'S., long. 29°00'W.) se ha observado que la densidad de la neviza aumenta hacia el fondo desde 0,4 en la superficie hasta 0,775 a los 45 m con una variación más rápida entre los 5 y 8 m de profundidad.

De las mediciones de la temperatura del hielo a 11 m por debajo de la superficie hechas durante la Expedición Transantártica Británica (1957-58), se dedujo que la temperatura media anual mínima

(*) Datos no publicados existentes en el Instituto Antártico Argentino.

del aire sobre la ruta está en los 88° de latitud Sur y los 165° de longitud Este, siendo de —53,5°C.

4. *Balance de Masa.* — Se ha determinado que la acumulación neta anual sobre la Antártida varía de los 40 gr/cm² cerca de la costa a los 8 gr/cm² en el interior, con un promedio que se estima en los 11 gr/cm²; y que las pérdidas por deflación al mar, fusión, evaporación y desprendimiento de hielo al mar no alcanzan a compensar sino la mitad de esta cifra.

Se concluye así que la masa helada que cubre el continente antártico está en aumento, aunque faltaría considerar la fusión que se verifica en las partes bajas de las barreras de hielo en contacto con el mar, que sería suficiente para equilibrar la acumulación.

De las observaciones hechas sobre los rastros dejados por antiguos niveles del hielo han resultado discrepancias en cuanto al estado actual de crecimiento o disminución del glaciar antártico.

Los estudios sobre variaciones del nivel del mar en todo el Mundo no hacen creer en un aumento del hielo en la Antártida, y la observación de existir una gran depresión submarina para'ela a la costa frente al sector del océano Indico, que se ha interpretado como resultante de una fractura de la corteza a causa de las oscilaciones del continente al variar el peso del hielo que lo cubre, podría inducir a pensar que se está ante un proceso de deglaciación. De igual modo inclinan a concluir ciertos bancos submarinos que se encuentran a unos 80 a 150 km de la actual costa y que serían antiguas morenas terminales depositadas por el hielo continental en el pasado.

En la región del seno McMurdo se han coleccionado evidencias de haberse producido por lo menos tres grandes glaciaciones en el último millón de años; en otros puntos hay signos de receso o de adelgazamiento de hasta 600 m de la capa helada; en algunas localidades se han computado las cantidades de agua de fusión que cae al mar; y en un sitio se han podido hasta determinar las acumulaciones habidas desde el año 1895 de manera aceptable.

En el estado actual de la investigación no es posible expedirse sobre este particular, pareciendo razonable aceptar por evidencias de otro tipo como la forma cúpuliforme de la caloto glacial antártica, que ella ha estado creciendo por lo menos durante unos 20.000 años aunque su edad es muchísimo mayor, y que ese aumento

se ha manifestado en sus bordes sólo a través de haberse detenido el retroceso de una deglaciación más antigua.

5. *Movimiento del Hielo.* — Se han hecho mediciones del movimiento de los ventisqueros y de la cubierta de hielo habiéndose determinado velocidades de los primeros que están entre los 90 y 1.000 m por año, y de la segunda que llegan hasta los 250 m por año cerca de la costa pero se hallan en los 17 m por año aproximadamente a unos 200 km hacia el interior; lo que significa que el hielo que llega al mar desde las partes centrales de la Antártida debe requerir para ello que transcurran varios cientos de miles de años, ya que en promedio se estima en 15 m por año su desplazamiento.

V. LAS BARRERAS DE HIELO

1. *Generalidades.* — Las observaciones realizadas han demostrado que en general se hallan a flote con espesores del hielo de los 200 a 300 m cerca de su frente que llega a los 1.000 m junto a la costa. En su mayor parte el grosor del hielo está entre los 350 y los 600 m.

Constituyen en importancia la segunda de las fuentes de formación de témpanos que se producen principalmente en los ventisqueros y en último lugar en el frente del hielo continental.

Se estima también sobre la base de los estudios hechos, que el proceso de fusión en su parte baja es de consideración; tiene un valor que está en los 70 cm por año aproximadamente que en Maudheim y Pequeña América excede a la acumulación en la superficie.

Se ha determinado el límite sur, a 650 km de su borde, de la prácticamente desconocida barrera de Filchner y se ha confirmado la existencia de una barrera de hielo al Oeste de la península Martin en los 115° de longitud Oeste.

2. *La Barrera de Ross.* — Las determinaciones de su espesor han dado un valor general de 300 m con 240 a 310 m cerca de su borde y 420 m frente al ventisquero Beardmore que desciende de la meseta polar.

La única evidencia existente de que esta barrera de 540.000 km² de superficie se halle apoyada en el fondo del mar, ha sido encontrada en la región de la isla Roosevelt (cubierta por el hielo) en latitud 79°S. y longitud 163°W.

Pareciera que se extiende al Este en unos 150 km ó más de lo que se supone.

Del estudio de dos probetas del sedimento del fondo del mar cerca del frente de la barrera, se dedujo que ella no ha avanzado materialmente al Norte, durante el Pleistoceno superior y en tiempos recientes, más allá de su actual límite.

3. *La Barrera de Filchner.* — Se ha logrado determinar que con sus 330.000 km^2 es en extensión la segunda del Mundo, habiéndose establecido sus límites con la tierra firme y recorrido totalmente su frente, hasta ahora desconocidos.

Se encuentra apoyada en el fondo del mar en una isla de 30.000 km^2 cubierta por 600 m de hielo, y que tal vez esté unida al continente, que ha sido bautizada con el nombre de Berkner, en homenaje al hecho de haber inducido este veterano del Antártico e investigador noeteamericano al mundo científico en la gran empresa del Año Geofísico Internacional.

En la zona de los 40° de longitud Oeste y a unos 90 km al Sur de su frente, corre paralelamente a él una inmensa grieta denominada Gran Grieta de 100 km de largo y hasta 5 km de ancho, cuyo fondo a 50 m de la superficie está cubierto por una masa caótica de hielo; creyéndose que esta ruptura ha de llegar hasta el mar mismo a través de los 240 m de espesor de la barrera.

Del trabajo argentino realizado en la región de la base General Belgrano, se ha deducido que su frente avanza hacia el mar a razón de unos 1.300 m por año hacia el NNE y que el hielo sufre, en la zona hacia el Este hasta los nunataks Moltke a unos 70 km, una contracción de 370 m por año.

De la red de pozos de 10 m de profundidad al Sur y al Este se ha deducido que la temperatura media anual del aire en superficie sería de uno —25°C pues ya a los 4 m el perfil de temperatura empieza a variar poco en profundidad cerca de ese valor, que hay poca fusión de la nieve, que es difícil identificar las capas de nieve de verano e invierno, y que la estructura del hielo de barrera se conserva hacia el Sur pero aparece alterada hacia el Este de la base General Belgrano.

4. *La Barrera de Amery.* — Este aparato glaciológico presenta diferencias respecto de sus semejantes hasta ahora estudiados,

siendo de él uno de los rasgos más sobresalientes la intensa fusión que se verifica en las pendientes que lo rodean y que en verano desarrolla grandes sistemas de ríos y lagos sobre su superficie.

En el extremo sur de esta barrera se han observado extensas depresiones de forma ovalada en el hielo de glaciar que han sido recientemente denominadas "dolinas de hielo" y que se cree son el resultado del colapso del hielo de la superficie al drenar agua que se hallaba encerrada debajo de ella.

Se han encontrado dolinas de 3 km de largo por 1,3 km de ancho y una profundidad de 80 m (lat. 71°20′ S., long. 68°40′ E).

Se estima que el avance del frente de la barrera de Amery hacia el mar es de unos 600 m ó más por año.

VI. LA ESTRUCTURA DE LA ANTARTIDA

1. *Generalidades.* — La superficie subglacial rocosa de la Antártida varía mucho de una a otra región siendo relativamente llana en algunas partes, muy accidentada en otras donde hay montañas elevadas cubiertas por el manto de hielo pero que en ciertos lugares afloran, y existiendo numerosas áreas alejadas del frente del hielo que se hallan por debajo del nivel del mar.

La parte que se denomina Antártida Oriental es de carácter continental, aunque algunas zonas extensas se encuentren más bajas que la superficie del océano, porque en el supuesto de un deshielo la corteza terrestre se iría elevando en el proceso de alcanzar el equilibrio isostático de modo a levantarlas por encima de ella en muchos casos.

La Antártida Occidental se ha mostrado en cambio como estando cortada por un profundo y ancho canal de unión entre los mares de Ross y de Bellingshausen al Oeste del cual parecería extenderse una región de carácter insular. Al Este de esta depresión la península Antártica estaría unida a la Antártida Oriental.

El hecho de que la superficie de la roca se halle, en la mayor parte del continente antártico, muy cerca o por debajo del nivel del mar sugiere que la corteza terrestre habría sufrido una flexión considerable bajo el peso del hielo que soporta.

2. *Antártida Oriental.* — En la Antártida Oriental donde se halla el Polo Sur de Inaccesibilidad a 3.720 m (s.n.m.) y entre esta posición y la costa de la Reina María se eleva por debajo del hielo una

cordillera que se extiende en una distancia de unos 1.000 km y alcanza los 3.000 m de altitud a 700 m de la superficie helada. Entre el océano y estas montañas el terreno rocoso se encuentra casi al nivel del mar a lo largo de unos 700 km estando cubierto por una capa de hielo de 3.200 m de grosor.

En la región de la Tierra de la Reina Maud y a 520 km de la orilla se han encontrado lugares donde la superficie subglacial está por debajo del nivel del mar; así como en la zona del Polo Magnético en la Tierra Adelia donde a 380 km de la costa la roca está a 900 m debajo del nivel del mar.

Entre el mar de Weddell y el Polo Sur la roca se encuentra en dos lugares por debajo del nivel del mar en 450 y 700 m cubiertos por 2.200 y 2.900 m de hielo respectivamente, y debajo de éste hay un valle de 900 m de profundidad respecto del resto del terreno sobre el cual descansan unos 2.400 m de hielo.

El estudio hecho de la propagación de ciertas ondas sísmicas a través de la Antártida Oriental, harían de otro modo suponer que la corteza terrestre es más delgada debajo de ella como lo es debajo de los océanos con respecto a los otros continentes, de manera que podría inferirse que se trata de una masa continental menos extensa de la indicada por la evidencia hasta ahora acumulada de otras fuentes.

3. *Antártida Occidental.* — La península Antártica parece estar ligada a la Antártida Oriental a lo largo de una línea que pasa por los montes Centinela y Horlick, aunque es posible que entre estas dos cadenas haya una pequeña depresión, prolongándose en esa unión por las cordilleras de la Reina Maud y de la Tierra Victoria.

Al Oeste de dicha península corre en cambio un canal de hasta 250 km de ancho con su fondo a más de 2.500 m por debajo del nivel del mar, que la separa de la Tierra de Marie Byrd y une los mares de Ross y de Bellingshausen de modo que, aún después de la elevación de la corteza terrestre, de producirse el deshielo total, sería inundado por las aguas del océano.

A su poniente, las observaciones gravimétricas, de cambio de estructura geológica y de propagación de las ondas sísmicas de superficie, demuestran que se trataría de una región océanica de islas; mientras que al oriente las similitudes geológicas de las montañas Centinela y Horlick hacen suponer que se encuentran unidas,

y que la existencia de un valle profundo entre ellas y lleno de hielo comunicando los mares de Ross y de Weddell sea menos probable de lo que se creía hasta ahora.

Sin embargo, en la barrera de Filchner cerca de la base General Belgrano y al Este de la isla Berkner hay una depresión del suelo bautizada valle Crary cuyo fondo se encuentra a 1.050 m debajo del nivel del mar y que está orientada al Sur pero gira luego al WSW y que podría ser tal vez ese canal que se supuso como llegando hasta el mar de Ross. De los últimos estudios se ha concluído empero que, de existir, no sería sino un accidente geográfico de importancia secundaria.

De otro modo, los montes Dufek y Shackleton parecerían ser junto con los montes Horlick y Pensacola una cadena que en forma de S se extiende desde la Tierra Victoria hasta la Tierra de Coats bordeando por el Sur la barrera de Ross primero y luego la de Filchner.

VII. EL HIELO MARINO

1. *Campos de Hielo Inmóvil.* — Entre los 45° y los 75° de longitud Este, o sea frente a la Tierra de Enderby, se han observado campos de hielo inmóviles próximos a la costa que se extienden desde ella hasta los 100 km mar adentro, en los que se hallan atrapados muchos témpanos en un estado avanzado de destrucción. El hielo marino de estas acumulaciones ha recibido el nombre de "hielo marino secular", y se supone que los campos que constituye reflejan un ciclo relativamente corto de cambio climático y que se habrían formado desde hace sólo algunas decenas de años.

2. *Crecimiento del Hielo.* — Investigaciones argentinas llevadas a cabo en el hielo marino de la bahía Margarita han demostrado que su crecimiento responde a las fórmulas halladas para el desarrollo del hielo del Artico, más no así su proceso de deterioro con la llegada de la temporada estival. Será necesario hacer más observaciones sobre este tema.

3. *La Temporada 1959-60.* — Durante el verano 1959-60 las condiciones del hielo en el mar se manifsetaron muy severas, particularmente en los sectores sudamericano, del mar de Weddell y de la Tierra de la Reina Maud.

Varios de los buques expedicionarios de relevo de las estaciones científicas quedaron apresados por el hielo, incluso el rompehielos "General San Martín" en proximidades de la bahía Margarita. En la circunstancia este buque hubo de soportar los esfuerzos a que lo sometió el fenómeno denominado "cisura" y que se manifiesta por un movimiento caótico del hielo a lo largo de la zona que limita el hielo fijo del hielo a la deriva cerrado cuando éste es puesto en movimiento paralelamente a aquel, bajo el impulso de vientos fuertes.

Los hielos del mar de Weddell, que hasta ahora habían permitido siempre el acceso a las bases General Belgrano y Ellsworth por un angosto canal costero de aguas libres a lo largo de la Tierra de Coats, impidieron el paso desde unos 300 km de distancia de esos lugares.

VIII. CONCLUSIONES

1. *Generalidades.* — El moderno desarrollo de la técnica y los métodos de investigación científica unido a la oportunidad ofrecida por el Año Geofísico Internacional, ha permitido llevar a cabo un extenso programa de investigación glaciológica en el Antártico.

El trabajo realizado señala el principio de una nueva era en la historia del conocimiento de esa región del Mundo, y los resultados hasta ahora logrados han dado interesante respuesta a diversos interrogantes.

2. *La Calota de Hielo Continental.* — De una gran parte de la calota de hielo continental se ha determinado su espesor y la topografía de su superficie, estimándose que su grosor medio es de unos 2.400 m o más, que significarían un volumen del orden de los 30.000.000 de km^3.

Se ha alcanzado el Polo Sur de Inaccesibilidad a 3.720 m de altitud y se ha logrado un mejor conocimiento de la estructura vertical del hielo continental.

Se han determinado cifras de la acumulación de la nieve, pero no se ha reunido aún suficiente información como para poder establecer si el glaciar antártico está en receso o en aumento.

Se han hecho mediciones que dan una mejor idea respecto de las velocidades del flujo del hielo hacia el mar.

3. *Las Barreras de Hielo.* — Se puede decir que se encuentran en su mayor parte a flote y que tienen un espesor de los 350 m a los 650 m en general.

El área de la barrera de Filchner la hace la segunda en tamaño después de la de Ross, habiéndose determinado su límite sur, recorrido todo su frente, y descubierto que está apoyada en una gran isla que la separa en dos regiones.

Se han estudiado los rasgos de la barrera de Amery que la diferencian de los otros aparatos glaciológicos de su especie.

4. *La Estructura de la Antártida.* — Se sabe que la península Antártica está unida a la Antártida Oriental por los montes Centinela y Horlick, y que un canal ancho y profundo une los mares de Ross y de Bellingshausen.

La región de la Tierra de Marie Byrd es de carácter insular mientras que la Antártida Oriental lo tiene continental, aunque con muchos lugares que están por debajo del nivel del mar.

5. *El Hielo en el Mar.* — Se han descubierto zonas de hielo marino inmóvil que se habrían formado en virtud de recientes cambios climáticos de corto período.

El verano de 1959-60 se mostró muy severo en cuanto a las condiciones del hielo en el mar.

Buenos Aires, 9 de junio de 1960

CROMATOGRAFIA DE PARTICION DE ACIDOS GRASOS SEMI-MICRO METODO PARA DETERMINACION DE ACIDOS DE C_1 A C_{10}

Por

ANIBAL L. GORDILLO y ADOLFO L. MONTES

Summary. — A chromatographic partition method to isolate fatty acids was determined using propylen glycol as a stationary phase, silicic acid as a support and a solution of n-butanol in petroleum ether as an eluent. A good isolation of acids from 1 to 10 carbons was obtained. It is a very stable system and doesn't require complex instruments. This method has a sensitivity of 0,2 %.

La cromatografía de partición desarrollada a partir de 1943, ha encontrado múltiples aplicaciones. Una de ellas es la resolución de mezclas de ácidos grasos, de ventajas notables sobre las técnicas aplicadas anteriormente.

Los primeros trabajos de partición de ácidos grasos datan de 1945. Se resumen los trabajos realizados con sus características más importantes en el cuadro N.° 1.

El coeficiente de distribución en la partición cromatográfica está afectado por los siguientes factores: a) concentración a lo largo de la banda; b) carencia de uniformidad del flujo; c) adsorción en la fase sólida o soporte; d) interacción entre los varios solutos presentes; e) difusión del soluto en el solvente empleado.

La separación resulta menor que la prevista, especialmente por los dos primeros factores. Además hay que considerar que el H.E.P.T. (altura equivalente al plato teórico) es proporcional a la velocidad de flujo y al tamaño de las partículas.

La elección del sistema debe ser por lo tanto, fundamentalmente empírica.

Nuestro propósito inicial fué el estudio de las variables que condi-

(*) Presentado en la 5ª Reunión de las Secciones Químicas Rioplatenses (1959).

CUADRO

AUTOR	N.° DE COL.	FASE SÓLIDA	FASE ESTACIONARIA
Ramsey y Patterson	1	Acido Silícico	Agua
Elsden	1	Acido Silícico	Agua
Isherwood	1	Acido Silícico	SO_4H_2N
Ramsey y Patterson	1	Acido Silícico	Metanol
Moyle, Baldwin y Scarisbrick	1	Acido Silícico	Solución "buffer" de fosfatos.
Peterson y Johnson	1	Acido Silícico	SO_4H_2 27 a 35 N
Nestler y Cassidy	1	Carbón Activo	Trazan isotermas de s/carbón activado. S
Fairbairn y Harpur	2	Acido Silícico	Agua
Boldingh	1	Caucho Vulcanizado	Benceno
Wise	1	Acido Silícico	Acido clorhídrico aq.
Nijkamp	1	Acido Silícico	Metanol
Vandenheuvel y Hayes	2	Acido Silícico	Metanol
Konishi	1	$MgO—CaO—Al_2O_3$	Etanol
Sbinovsky	1	Acido Silícico	Metilcellosolve-Agua
Corcoran	3	Acido Silícico	Glicina

Nº 1

FASE MÓVIL	MÉTODO PARA DETERMINAR LAS FRACCIONES ÁCIDAS	ACIDOS SEPARADOS	BIBLIOGRAFIA
Butanol - Cloroformo (1-10 %).	Indicador interno. Verde Bromocresol.	C_1 a C_4	(2)
Butanol - Cloroformo (1-10-25 %).	Titulación fracción de eluídos.	C_1 a C_5	(3)
Butanol - Cloroformo (1-10-25 %).	Indicador externo.	C_1—C_2—Varios	(4)
Isoctano.	Indicador interno. Verde Bromocresol.	C_5 a C_{10}	(5)
Butanol - Cloroformo (1-10-30 %).	Indicador externo.	C_2 a C_{10}	(6)
Tiofeno - Skellysolve B-Butanol - Cloroformo.	Indicador externo.	C_1 a C_{10}	(7)
Adsorción de C_2—C_3—C_4 en soluciones acuosas utilizan técnicas de análisis frontal.		C_1 a C_4	(8)
Cloroformo n-Butanol.	Indicador interno. Alfamine Red-Verde Bromocresol.	C_1 a C_8	(9)
Metanol - Acetona - Agua.	Indicador externo.	C_6 a C_{18}	(10)
Clorof.-Butanol-Benceno	Indicador externo	C_1 a C_4	(11)
Isooctano.	Indicador interno. Verde Bromocresol.	C_4 a C_{10}	(12)
Eter Petróleo	Indicador externo	C_1 a C_7	(13)
Eter - Petróleo.		C_4 a C_8	(14)
Skellysolve n-Butiléter.	Indicador interno. Verde Bromocresol.	C_2 a C_{16}	(15)
Cloroformo - Butanol (1-10-20)	Titulación fracciones de eluídos.	C_1 a C_{10}	(16)

cionan la cromatografía de partición en la separación de ácidos grasos de 1 a 10 átomos de carbono.

Se han estudiado experimentalmente las variables: 1) Fase estacionaria; 2) Relación fase estacionaria a fase sólida; 3) Fase móvil; 4) Base reguladora del pH; 5) Indicador y 6) pH.

Las numerosas experiencias realizadas permiten establecer un sistema que utiliza ácido silícico, propilenglicol y soluciones de n-butanol en éter de petróleo, como soporte, fase estacionaria y fase móvil respectivamente, en las condiciones que se detallan más adelante.

Establecidas dichas condiciones se efectuaron ensayos comparativos con otras técnicas.

Las columnas con agua se prepararon según la técnica de RAMSEY y PATTERSON [2], y las columnas con metanol según VANDENHEUVEL y HAYES [13].

En el cuadro 2 se aprecian algunos resultados.

CUADRO 2

Cromatografía de ácidos grasos con sistemas distintos.

Fase estacionaria		Acidos ensayados					
		Mezcla I			Mezcla II		
		A. Butírico	A. Propión.	A. Acético	A. Caprílico	A. Capróico	A. Valerián.
Agua	Introducido (mg)	10,94	7,95	7,90	17,03	16,91	9,25
	Recuperado (mg)	10,34	8,53	7,05	15,75	16,31	10,00
	Recuperado (%)	94,5	107,3	100,6	92,4	96,4	108,3
Propilenglicol	Introducido (mg)	12,70	7,97	7,90	15,27	16,18	9,19
	Recuperado (mg)	12,52	8,05	7,82	15,42	16,33	9,34
	Recuperado (%)	98,6	101,0	98,0	101,0	100,9	101,6
Metanol	Introducido (mg)	9,65	7,88	7,77	11,59	11,70	11,80
	Recuperado (mg)	9,38	8,00	7,85	10,85	12,00	12,02
	Recuperado (%)	96,2	101,5	101,0	93,6	102,6	101,0

METODO

1. *Preparación de ácido silícico.* — El silicato de sodio comercial (Pe. 1,45 g/cc), se diluye con cinco volúmenes de agua y se le agrega,

con agitación constante y vigorosa ácido clorhídrico 10N hasta reacción fuertemente ácida (azul de timol como indicador externo).

El precipitado gelatinoso formado se filtra sobre embudo Buchner y se lava, primero con HCl N, y luego, repetidas veces con agua destilada. Se deja en reposo 24 horas. Se coloca el gel en el vaso de una "licuadora", se agrega una cantidad conveniente de agua, y se la hace funcionar durante 5 minutos a aproximadamente 3000 revoluciones por minuto. El ácido silícico, juntamente con el agua se transfiere a un vaso de precipitados. Se agrega ácido clorhídrico concentrado hasta tener una solución aproximadamente 3N. Se deja en reposo a temperatura ambiente durante 3 días. Se filtra sobre Buchner. Se lava sobre el mismo embudo con agua destilada y se seca a 110°C, hasta que una muestra por calcinación experimente una pérdida de 20 % en peso.

El ácido silícico obtenido se envasa en recipientes con cierre hermético, para preservarlo de la humedad ambiente.

2. *Preparación del sistema fase inerte/fase estacionaria.* — A 20 gramos de ácido silícico colocados en un mortero se agrega lentamente una solución de 0,44 ml de NaOH 1N y 25 mg de púrpura de bromocresol en 12 ml de propilenglicol puro. Se muele hasta obtener una masa pulverulenta homogénea, de color verde grisáceo, que no se adhiere a las paredes del mortero. Se agrega luego cantidad suficiente de solvente móvil como para cubrir totalmente la masa preparada. Se remueve vigorosamente la masa de modo que no queden grumos grandes que luego hagan dificultoso el empaquetamiento de la columna.

Cuando se trate de preparar una columna diferente (5 ó 40 gramos de ácido silícico) se puede proceder en forma similar, usando las cantidades correspondientes de cada sustancia.

3. *Solvente móvil.* — Se utilizan las soluciones siguientes:

Solvente I: Eter de petróleo (fracción 60-70°C).
Solvente II: Eter de petróleo/n-butanol (98/2 v/v).
Solvente III: Eter de petróleo/n-butanol (95/5 v/v).
Solvente IV: Eter de petróleo/n-butanol (90 . 10/v/v).

4. *Preparación de la columna.* — La fase estacionaria, preparada como se ha descripto se mezcla con el solvente móvil adecuado para

la partición. Conviene entonces tener una idea aproximada de los ácidos que existen en el producto a analizar. Sino sería necesario una cromatografía exploratoria.

Si en la mezcla existen únicamente ácidos propiónico, acético y fórmico, conviene hacer la elución con solvente III. Hasta el ácido caprílico es aconsejable el uso del solvente II. Una probable separación de ácido cáprico o de ácido pelargónico impondría el empleo de I. Asimismo este último sería el más conveniente en el hipotético caso en que existiera ácido enántico en el producto a analizar.

Con la mezcla que constituye el sistema se carga cuidadosamente la columna, ayudándose con una espátula; se hace pasar solvente, primero a presión normal; luego aumentando la presión gradualmente hasta aproximadamente 1,3 atm.

Se hace pasar solvente móvil hasta que el nivel de la fase estacionaria se estabilice. Luego de dejar el sistema 1/2 hora en reposo se hace alcanzar con el solvente móvil el nivel de la fase estacionaria. En ningún momento debe "secarse" la columna, pues entonces habría que desecharla. Se coloca en la cabeza de la columna 0,2 a 0,5 ml de solución de ácido láurico, y se lo hace eluir siguiendo la técnica de Elsden ([3]).

La columna queda así en condiciones de ser utilizada.

5. *Columnas.* — Se utiliza una columna de 25-50 ml de 1,5 cm de diámetro, provista de una dispositivo superior de 300-400 cm^3, ambos elementos unidos por esmeril. La columna está graduada al 0,1 cm^3 y tiene llave esmerilada en su parte inferior (figura 1).

El depósito está conectado a un cilindro de nitrógeno que permite graduar la presión.

Puede usarse este sistema cuando se separan fracciones que contienen ácidos C_1 a C_4, C_4 a C_8 ó C_5 a C_{10}, usando en estos casos 5, 20 ó 40 gramos respectivamente de ácido silícico como soporte.

En caso de mezclas más complejas se utilizan dos columnas. Se pueden seguir dos procedimientos, y su elección depende fundamentalmente de la cantidad de muestra disponible.

a) Se montan dos columnas como indica la figura 3. La columna A contiene 5 gramos de ácido silícico como fase sólida y la columna B 20 ó 40 gramos. Los ácidos que pasan por la primera columna son recibidos en la segunda hasta el valeriánico inclusive. Se separan

las columnas y se continúa la partición cromatográfica por separado para C_5 a C_{10} en B, y C_1 a C_4 en A. Las bandas de ácidos se identifican por su valor de R. El sistema tiene un dispositivo para compensar las diferencias de presión que se puedan originar entre ambas columnas, consistente en un tubo de salida *a* entre las dos columnas, provisto de llave, y unido directamente a la fuente de presión. Con la llave se regula la presión en B, de manera que el

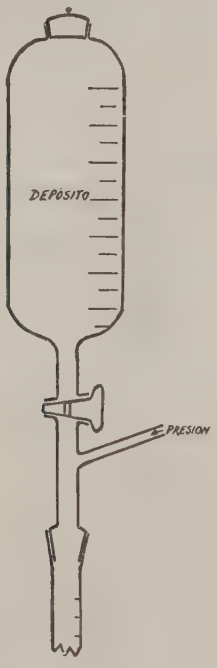


FIG. 2.

FIG. 1.

nivel del solvente móvil se mantenga 1 ó 2 mm constantemente por sobre el nivel de la fase estacionaria.

b) Se montan dos columnas separadas (5 y 20-40 gramos de ácidos silícico) y se trabaja con cantidades alicuosas. Tiene el inconveniente que la columna mayor se puede utilizar una sola vez, porque quedan sin eluir los ácidos inferiores al butírico. El trata-

miento con solvente IV, que permite eliminar estos ácidos, cuando es prolongado modifica el sistema.

En la columna menor se eluyen sin titular los ácidos superiores y luego se reciben cuantitativamente las fracciones de C_1 a C_4. En la columna mayor se determinan C_5 a C_{10}.

6. *Desarrollo del cromatograma.* — Se coloca cuantitativamente la mezcla de ácidos disuelta en éter de petróleo, en cantidad conveniente (inferior a 20 mg de cada ácido) mediante una pipeta pequeña, en la cabeza de la columna. En lo posible la cantidad total de solución no debe exceder el mililitro. Se arrastra con cantidades

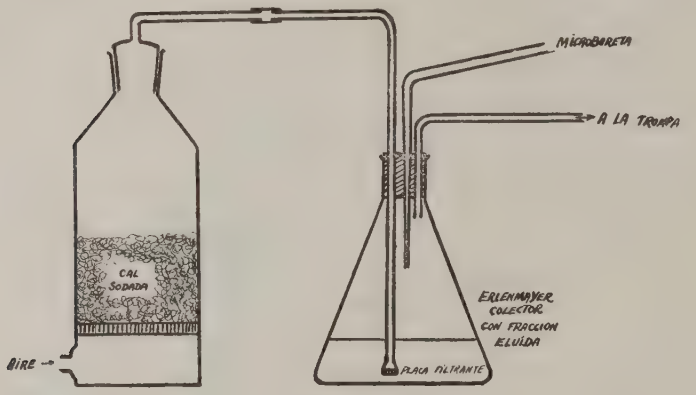


Fig. 3.

mínimas de solvente (0,2 a 0,4 ml) todo lo que pueda quedar adherido a las paredes, y se aplica presión hasta que el líquido llegue exactamente al nivel del soporte.

Se repite la operación con 1 ml de solvente y luego se llena la columna con la fase móvil que corresponda. Se procede a desarrollar el cromatograma a una sobrepresión aproximada de 0,2 a 0,3 atm., de modo que caigan alrededor de 30 gotas por minuto. Las bandas ácidas que se van formando se visualizan por el indicador interno.

7. *Colectores y recepción de eluídos.* — Cuando se estudia el desarrollo del cromatograma por titulación de las fracciones sucesivas, se emplea un dispositivo que permite recoger en forma intermi-

tente los eluídos (figura 1). Como colector se emplea un erlenmayer de 125 ml. Conviene tambien usar el colector de Moore y Stein [17]. En este último se recogen las fracciones en tubos de ensayos dispuestos en una gradilla circular. Dicha gradilla gira hasta ubicar el tubo siguiente como colector cuando un volumen determinado de eluído cae en cada tubo. La regulación se hace por número de gotas, peso recogido o simplemente por tiempo.

En el procedimiento que describimos es conveniente recibir la totalidad de la banda, titular, y luego recibir una nueva fracción en la que se comprueba la ausencia de ácidos.

8. *Titulación.* — Se efectúa en atmósfera desprovista de dióxido de carbono, con hidróxido de potasio alcohólico en solución 0,01 a 0,02 N. El erlennmayer que sirve de colector se adapta a un dispositivo como el que indica la figura 3.

La bureta automática debe estar graduada al 0,01 ml y la solución contenida en ella convenientemente protegida del dióxido de carbono, mediante tubos con cal sodada.

La agitación de los líquidos que se titulan, se efectúa mediante una corriente de aire exenta de dióxido de carbono, que se hace llegar a la solución mediante un pequeño difusor.

RESULTADOS

Se hicieron ensayos con soluciones de cantidades conocidas de:

1) Acidos fórmico, acético y propiónico.
2) Acidos propiónico, butírico y valeriánico.
3) Acidos valeriánico, caproico y caprílico.
4) Acidos caproico, caprílico y cáprico.

En los gráficos se pueden ver algunos resultados de la separación de tres componentes.

Se transcriben asimismo datos de la separación de mezclas varias, en el cuadro N.° 3.

En el trabajo original [24] se encuentran los resultados de numerosas experiencias realizadas, donde se aprecia, además de la eficacia del método, la posibilidad de efectuar el análisis con cantidades que van de 2 a 20 mg por mililitro.

Cuadro 3

Separación de mezclas diversas de ácidos grasos.

Experiencia N° 1 aproxim. 10 mg. de cada ácido	Acido Fórmico	Acido Acético	Acido Propiónico	Acido Butírico	Acido Valeriánico
Introducido en la columna Solución KOH 0,0127 N (ml)	16,05	13,40	12,05	9,15	10,15
Hallado en fracción eluída Solución KOH 0,0127 N (ml)	15,63	13,27	12,15	9,25	10,12
Recuperado %	97,4	99,0	100,9	100,3	100,3

Experiencia N° 2	Acido Fórmico	Acido Acético	Acido Propiónico	Acido Butírico	Acido Valeriánico
Introducido en la columna Solución KOH 0,0127 N (ml)	11,23	18,76	4,45	21,04	9,13
Hallado en fracción eluída Solución KOH 0,0127 N (ml)	11,15	18,94	4,51	21,10	9,05
Recuperado %	99,3	101,0	101,3	100,3	99,1

Experiencia N° 3	Acido Caprílico	Acido Caproico	Acido Valeriánico	Acido Butírico	Acido Propiónico
Introducido en la columna Titulación en ml de KOH 0,015 N	8,41	7,48	10,19	29,31	15,70
Hallado en fracción eluída Titulación en ml KOH 0,015 N	8,22	7,03	10,51	28,59	15,47
Recuperado %	97,7	93,9	103,0	102,5	101,5

CUADRO 4

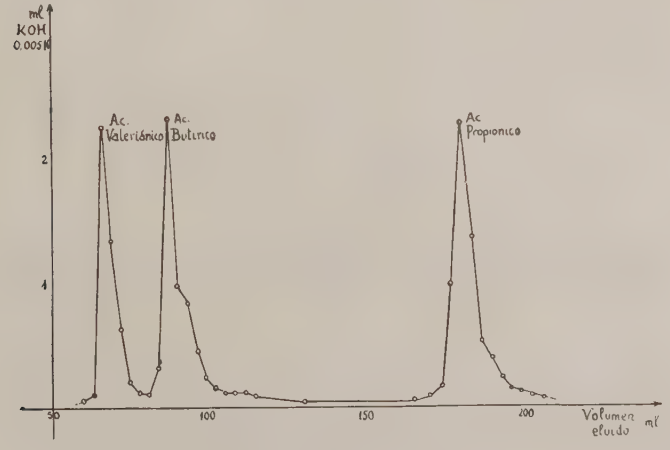
Separación de mezclas con dos columnas.

Acido	Volumen de solvente eluido		Titulación Solución KOH 0,022 N		Acido recuperado
	Inicial	Final	Introducido	Hallado	%
	ml	ml	ml	ml	
Caprílico	20	32	7,74	7,85	101,4
Capróico	37	75	11,91	11,48	96,4
Valeriánico	80	102	4,48	4,45	99,3
Butírico	110	152	14,80	15,30	103,4
Propiónico	182	285	—	—	—
	45	60	6,05	6,10	100,8
Acético	75	95	13,95	14,35	102,9
Fórmico	135	175	5,55	5,39	97,1

NOTA: Se eluyeron volumenes iguales de muestra en dos columnas (con 20 y 5 gramos de ácido silícico cada una), determinándose C_3 a C_4 en la primera y C_3 a C_1 en la segunda.

DISCUSION

La exactitud del método ha sido comprobada a través de numerosas experiencias que pueden encontrarse en el texto original [24] algunas de las cuales se transcriben.

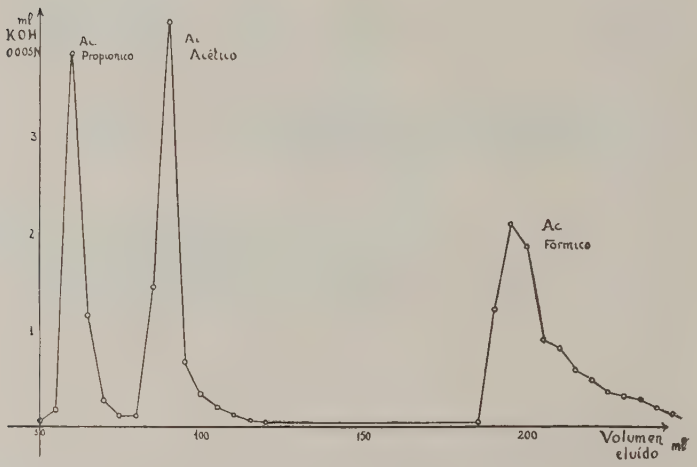


Representación gráfica de la cromatografía de una mezcla de ácidos C_3, C_4 y C_5.

Se estableció que las fracciones a analizar deben contener entre 2 y 20 mg de ácido por mililitro, aproximadamente. Estos límites son más amplios tratándose de ácidos de bajo peso molecular, los cuales pueden eluirse cuantitativamente utilizando hasta 30 mg de muestra.

El indicador se estudió empíricamente al no existir valores de las constantes de ionización de ácidos grasos en propilenglicol.

Puede reemplazarse el propilenglicol de la fase estacionaria por etilenglicol, aunque la separación de los ácidos superiores es menos neta.



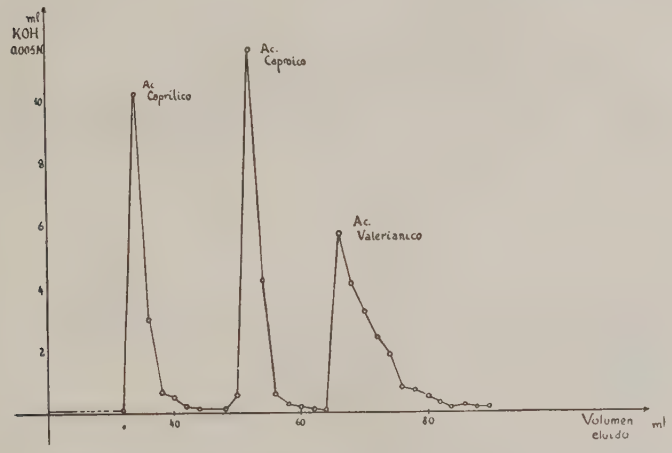
Representación gráfica de la cromatografía de una mezcla de ácidos C_1, C_2 y C_3.

El agregado de halogenuros de alcohilo al éter de petróleo puede constituir una solución en la separación de ácido pelargónico hasta ácido láurico. Se ensayó el bromuro de amilo con alentadores perspectivas.

El principal inconveniente de la elución de ácidos superiores es su gran difusión. Se han observado en este trabajo algunos de los factores que regulan la difusión: pH alto, relación fase sólida/fase estacionaria elevada, uso de algunos solventes polares, como el isopropanol.

El método encontrado presenta las siguientes ventajas: 1) reproductibilidad de los resultados; 2) sencilla preparación del sistema; 3) estabilidad del sistema, química y térmica; 4) no requiere instrumental complejo y utiliza materiales accesibles.

El método presenta las siguientes desventajas: 1) no separa el ácido pelargónico; 2) es necesario trabajar con dos columnas en casos complejos; 3) es imposible utilizar nuevamente la columna cuando se eluye el ácido fórmico.



Representación gráfica de la cromatografía de una mezcla de ácidos C_5, C_6 y C_8.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

1. Se establece un sistema que permite resolver por cromatografía de partición la separación analítica de mezclas de ácidos grasos de C_1 a C_{10}.

2. Se estudian las diversas variables, señalándose el comportamiento del sistema para desviaciones en ambos sentidos.

3. Los componentes utilizados, por su pureza y estabilidad, dermiten resultados altamente reproductibles. Se señala que la baja tensión de vapor del propilenglicol contribuye a lograr una

fase estacionaria de la misma composición a través de diversas preparaciones, y que se mantiene inalterable con el tiempo.

4. Se determinan los valores de R, que aparecen en el texto original, para diversos ácidos grasos, variando la fase estacionaria, la fase móvil y el pH.

5. Se determina la técnica a seguir utilizando una o dos columnas y eluyendo con distintos solventes móviles para el caso de tener en la muestra C_1 a C_4, C_4 a C_8 ó C_8 a C_{10}, y para el caso de mezclas de todos los ácidos de C_1 a C_{10}.

6. Se establece la sensibilidad del método.

7. Se eluye y titula directamente el ácido fórmico.

8. El método descripto es de gran sencillez. El sistema puede ser preparado en poco tiempo y por personas de escasa experiencia. No requiere instrumental complejo.

Bibliografía

(1) Martin A. J. P. y Synge R. L. M. — Biochem. J. **35**, 1358 (1941).
(2) Ramsey L. L. y Patterson W. L. — J. Assoc. Off. Agric. Chem. **28**, 644 (1945).
(3) Elsden S. R. — Biochem. J. **40**, 252 (1946).
(4) Isherwood F. A. — Biochem. J. **40**, 688 (1946).
(5) Ramsey L. L. y Patterson W. L. — J. Assoc. Off. Agric. Chem. **31**, 159 (1948).
(6) Moyle V., Baldwin E. y Scarisbrick R. — Biochem. J. **43**, 308 (1948).
(7) Peterson M. H. y Johnson M. J. — J. Biol. Chem. **174**, 775 (1948).
(8) Nestler Max F. H. y Cassidy H. G. — J. Amer Chem. Soc. **72**, 680 (1950).
(9) Fairbairn D. y Harpur R. — Cand. J. Chem. **29**, 633 (1951).
(10) Boldingh J. — Chem. Abstracts 2097 (1956).
(11) Wise W. S. — The Analyst, **76**, 316 (1951).
(12) Nijkamp H. J. — Analytica Chimica Acta, **5**, 325 (1951).
(13) Vandenheuvel F. A. y Hayes E. R. — Anal. Chem. **24**, 960 (1952).
(14) Teruzo Asahara, Yotaro Konishi, Yusuke Huroda y Minoru Mahino. — J. Chem. Soc. (Japan) Ind. Chem. Soc. **54**, 70 (1951).
(15) Zbinovsky V. — Anal. Chem. **27**, 764 (1955).
(16) Corcoran G. B. — Anal. Chem. **28**, 168 (1956).
(17) Moore S. y Stein W. H. — Ann. N. Y. Acad. Sci. **49**, 265 (1948).
(18) Kennedy E. y Barker H. A. — Anal. Chem. **23**, 1033 (1951).
(19) Long A. C., Quayle J. R. y Stedman R. J. — J. Chem. Soc. 2197 (1951).
(20) Cassidy H. G. y Nestler Max F. H. — Disc. Faraday Soc. N.° 7, 259 (1949).

(21) BRIMLEY R. C. y BARRET F. C. — "Practical Chromatography", Reinhold, New York (1953).
(22) LEDERER E. y LEDERER M. — "Chromatography", Elsevier, N. Y. (1954).
(23) CASSIDY H. G. — "Fundamentals of Chromatography" en A. Weissberger". "Technique of Organic Chemistry", Interscience, N. Y. 1957.
(24) GORDILLO A. L. — Cromatografía de Acidos Grasos de C_1 a C_{10} (Tesis. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Buenos Aires).

CÁTEDRA DE BROMATOLOGÍA Y ANÁLISIS INDUSTRIAL
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS
Y NATURALES

Recibido: Agosto de 1960.

BIBLIOGRAFIA

GRUNDLAGEN DER ANALYSEN. — (Das Rechnen Mir Ganzen, Rationalen, Irrationalen, Komplexen Zahlen). Edmund Landau. 173 págs. *Chelsea Publishing Comp.* New York N. Y. 1960.

Este libro famoso ya, explica los fundamentos del análisis. El estudiante que quiere aprender alemán matemático, encontrará en ésta obra todo lo necesario para su propósito. No sólo es ésta obra standard sobre el tema en matemática, sino que el alemán es de lo más sencillo.

El conocimiento de unas pocas palabras dará al estudiante capacidad de leer todo el libro con una u otra vista en el vocabulario. Constituye una obra de los tópicos básicos de la matemática.

En el capítulo I se desarrollan materias análogas; después hay para fracción positivo y números racionales. En el capítulo III encontramos los números positivos y al final encontramos los números reales, positivos, negativos y cero y números complejos.

Hay un excelente vocabulario alemán-inglés y un índice.

G. HOXMARK

NUMERICAL METHODS FOR HIGH SPEED COMPUTERS. — G. N. Lance. 116 págs. Iliffe & Sons Lid. London. 1960.

El autor que es el encargado del grupo de computación digital en el establecimiento de energía atómica de Winfrith, Dorset, ha escrito por primera vez un libro con los nuevos métodos más útiles, incluso algunos que él mismo ha ideado y desarrollado.

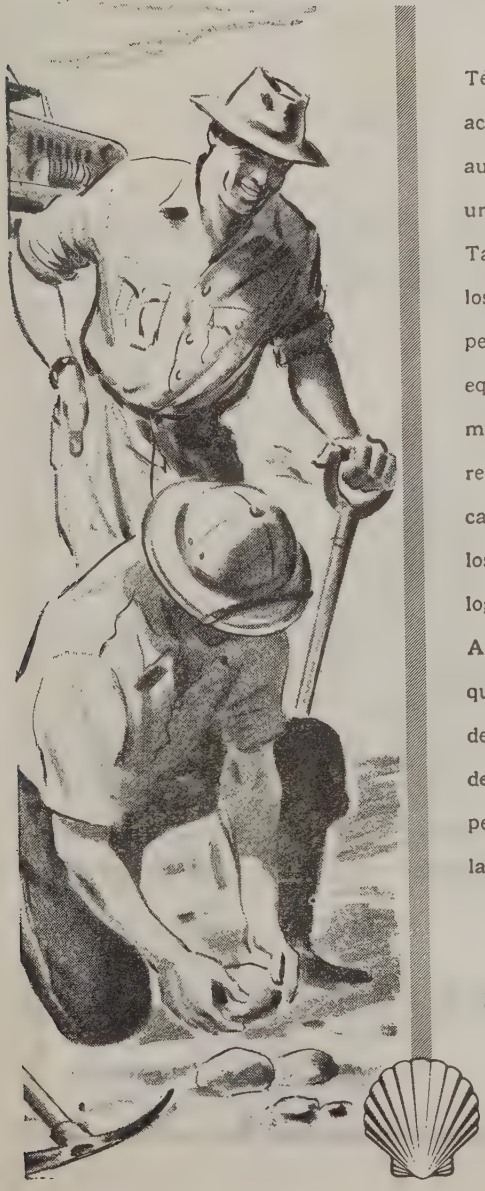
Las consideraciones más importantes, como por ejemplo, el tiempo que se necesita para obtener el resultado, no ha sido olvidado. Las fórmulas matemáticas y los métodos dados son generales, en el sentido que son aplicables a la mayoría de los computadores modernos, por eso son de valor para cada programa irrespectivo del tipo de máquina.

En la introducción se discute la razón de los métodos numéricos, junto con problemas asociados.

En el capítulo II se trata de la evaluación de funciones. En los tres capítulos siguientes encontramos la solución de problemas de ecuación diferencial ordinario y en el último capítulo hallamos varios procesos diferentes. Hay una bibliografía extensiva y un índice de autores. La obra será de gran provecho para matemáticos físicos, ingenieros, químicos y en general a hombres de ciencia que tienen interés por la aplicación de computadores electrónicos para la solución de problemas.

G. HOXMARK

Jalonando el futuro



Técnicos y equipos de Shell trabajan activamente en el sur argentino, aunando esfuerzos para el logro de un objetivo: Petróleo.

Tarea de vastas proporciones, en que los más diversos factores entran en juego: perfecta organización, maquinarias y equipos que son un alarde de técnica moderna, personal especializado para realizar la compleja tarea y grandes capitales dispuestos a emprender los trabajos una y otra vez para lograr pleno éxito.

A fin de sostener la mayor producción que supone el autoabastecimiento, debe explorarse activamente para tratar de incorporar nuevas reservas petroleras que respalden efectivamente la continuidad del mismo en el futuro.

SHELL ARGENTINA LTD.

TUNGSTENO (Oxido, Metal, Sales y Aleaciones). Minerales
ZINC ELECTROLITICO MARCA « METEOR » (Industria Argentina)
COBRE ELECTROLITICO - ZINC EN LINGOTES Y CHAPAS
PLOMO EN LINGOTES - ALUMINIO - ESTAÑO - ANTIMONIO
ALEACIONES - COBALTO METALICO 97/99 % - NIQUEL
ELECTROLITICO - MAGNESIO METALICO EN LINGOTES
ABRASIVOS - CUARZO - FELDESPATO - FLUORITA

BUENOS AIRES
AVDA. BELGRANO 1670

T. E. 37 (RIVADAVIA) 1026
Dirección Telegráfica « MINMET »

MINERALES Y METALES
S. A. Ind. y Com.

CRISTALERIAS
MAYBOGLAS
S. A. C. e I.

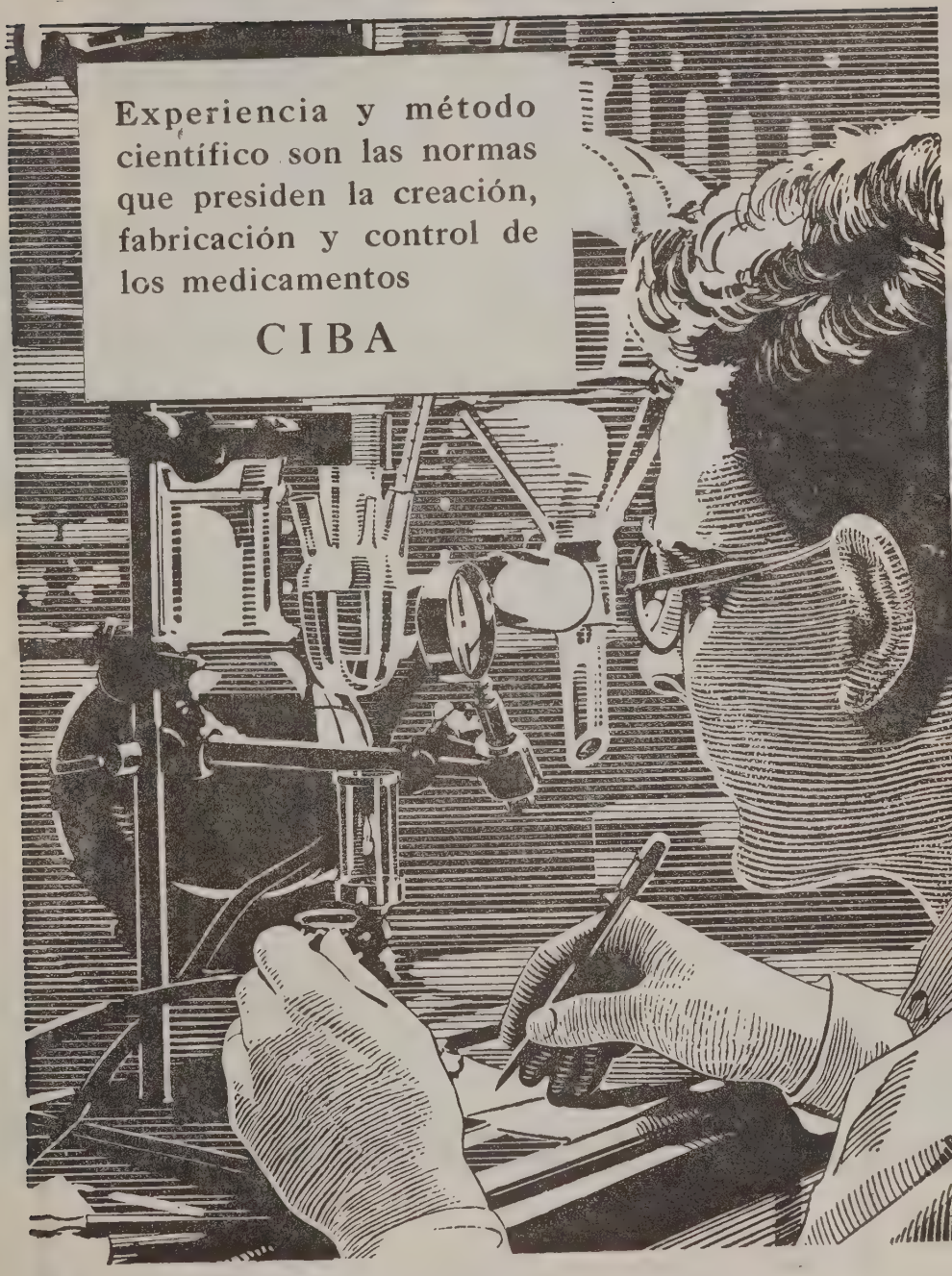
MyB
M. R.

ENVASES DE VIDRIO - TUBOS DE VIDRIO

Escritorio:
Cóndor 1625
T. E. 61-0212

Fábrica:
Tabaré 1630
T. E 61-1480

DISPONIBLE


Experiencia y método científico son las normas que presiden la creación, fabricación y control de los medicamentos
CIBA

COMPAÑIA DE SEGUROS DE VIDA
SUD AMERICA
Av. R. SAENZ PENA 530 - BUENOS AIRES

Seguros de vida en vigor
$ 3.217.388.782,-- m/l
Reservas Técnicas
$ 369.184.767,50 m/l.
Pagados a Asegurados y Beneficiarios desde 1923
$ 310.973.746,07 m/l.

WQT
WILLIAMS QUIMICA Y TECNICA S. A.
Comercial, Industrial, Inmobiliaria y Financiera

PRODUCTOS QUIMICOS y DROGAS INDUSTRIALES
MATERIAS PRIMAS PARA LA INDUSTRIA
INSECTICIDAS AGRICOLAS

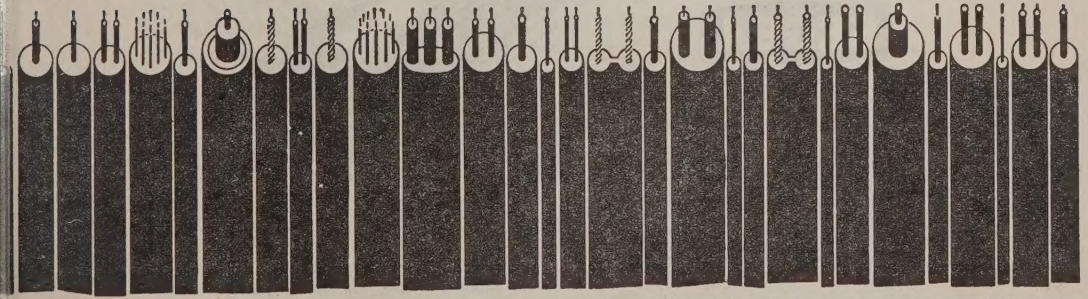
PRODUCTOS DE:
THE DOW CHEMICAL CO.- MIDLAND, MICHIGAN, U. S. A.

Avda. Belgrano 1666/70 Buenos Aires T. E. 38, Mayo 9001

DISPONIBLE

GARCIA BRION 24

CONDUCTORES
ELECTRICOS
BAJO PLASTICO



LAMBRES DE COBRE: Desnudos, estañados, aplanados. **ALAMBRES Y CABLES AISLADOS CON LASTICOS:** Comunes, especiales. **ALAMBRES Y CABLES PARA LINEAS AEREAS:** Desnudos, aislados on plásticos, para intemperie. **CABLES:** Para antenas, tomas de tierra, pararrayos, extraflexibles.

CIMET

OCIEDAD ANONIMA COMERCIAL E INDUSTRIAL

AVDA. PTE. R. SAENZ PEÑA 570

TEL. 33-7585 - BUENOS AIRES

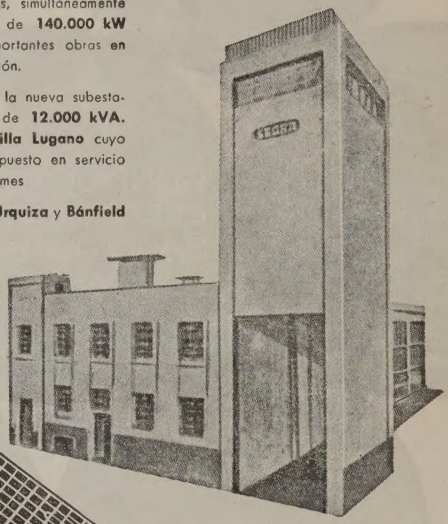
Hacia la normalización del servicio

MAS ENERGIA ELECTRICA...

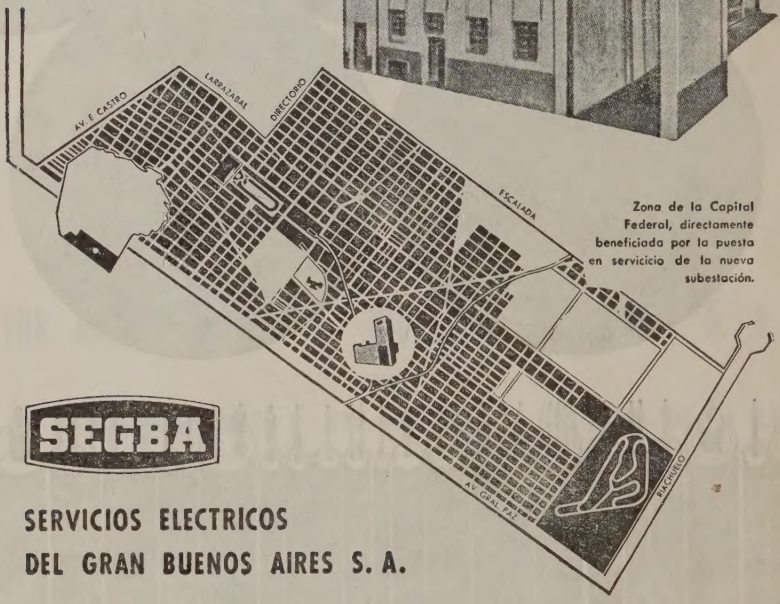
En cumplimiento del programa de ampliaciones, simultáneamente con la instalación del nuevo turbogenerador de **140.000 kW** de la **Central Puerto Nuevo,** se realizan importantes obras en subestaciones y redes de transmisión y distribución.

A fines del año pasado fué puesta en servicio la nueva subestación de **Berazategui** con dos transformadores de **12.000 kVA.** Ahora se acaba de construir la subestación **Villa Lugano** cuyo primer transformador de **12.000 kVA** ya fué puesto en servicio y el segundo lo será a mediados del próximo mes

Después seguirán otras más: las próximas son **V. Urquiza** y **Bánfield**



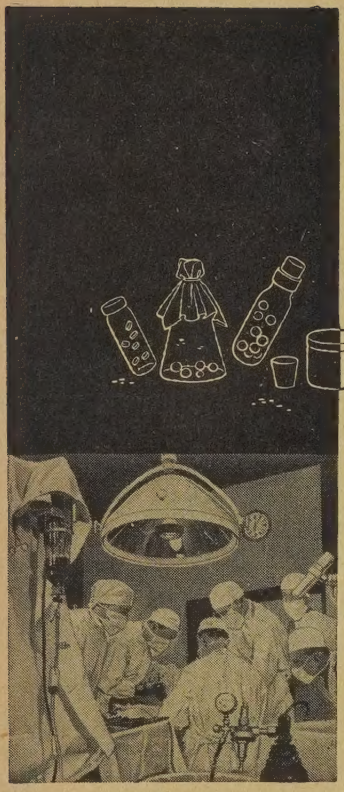
Subestación de Villa Lugano.



Zona de la Capital Federal, directamente beneficiada por la puesta en servicicio de la nueva subestación.

SEGBA

SERVICIOS ELECTRICOS DEL GRAN BUENOS AIRES S. A.



Negras riquezas en una blanca cruzada

Desde sus orígenes, la humanidad batalla contra las enfermedades. Y tan fructífera ha sido esa cruzada, que puede decirse que ya está a las puertas de la victoria. La ciencia farmacéutica moderna es la síntesis de esos esfuerzos, y en ella está contenido el aporte del petróleo.
Como base o complemento de centenares de preparados medicinales, se encuentran los derivados del mineral negro.

Esso

Al igual que en muchos otros campos, los Laboratorios de Investigación Esso también trabajan empeñosamente por multiplicar las aplicaciones del petróleo a la noble tarea de preservar la salud.

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

FUNDADA EN 1872

Av. SANTA FE 1145 T. E. 41 - 1406

BECA "ING. TORCUATO DI TELLA"

CONCURSO AÑO 1961

La Sociedad Científica Argentina llama a concurso a fin de adjudicar una beca extraordinaria para el fomento de la investigación técnico-científica vinculada a la ingeniería y especialmente temas relacionados con electromecánica y metalurgia.

Los candidatos deben cumplir extrictamente las condiciones establecidas en el Reglamento de la Beca vigente que exige: ser ciudadano argentino menor de 40 años, haber realizado estudios completos técnicos o universitarios en el país, tener el diploma o título de graduación correspondiente y no menos de 3 años de egresado.

La beca consiste en un estipendio de m$n. 6.000.-- mensuales durante diez meses contados a partir del 1° de marzo de 1961.

El formulario de solicitud y Reglamento de la Beca deberán retirarse de la Secretaría de la Sociedad Científica Argentina, de 15 a 19 horas, de lunes a viernes.

Los solicitantes presentarán la documentación requerida antes de las 18 horas del día 28 de febrero de 1961.